

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/095570 A3

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 23/544, 21/762

(61) Zusatzanmeldung zu früherer Anmeldung oder  
früherem Patent:  
DE  
Angemeldet am 19. April 2004 (19.04.2004)  
PCT/DE04/815 (POA)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000815

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. April 2004 (19.04.2004)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): X-FAB SEMICONDUCTOR FOUNDRIES  
AG [DE/DE]; Haarbergstrasse 67, 99097 Erfurt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(72) Erfinder; und

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LERNER, Ralf  
[DE/DE]; Josef-Albers-Strasse 20, 99085 Erfurt (DE).

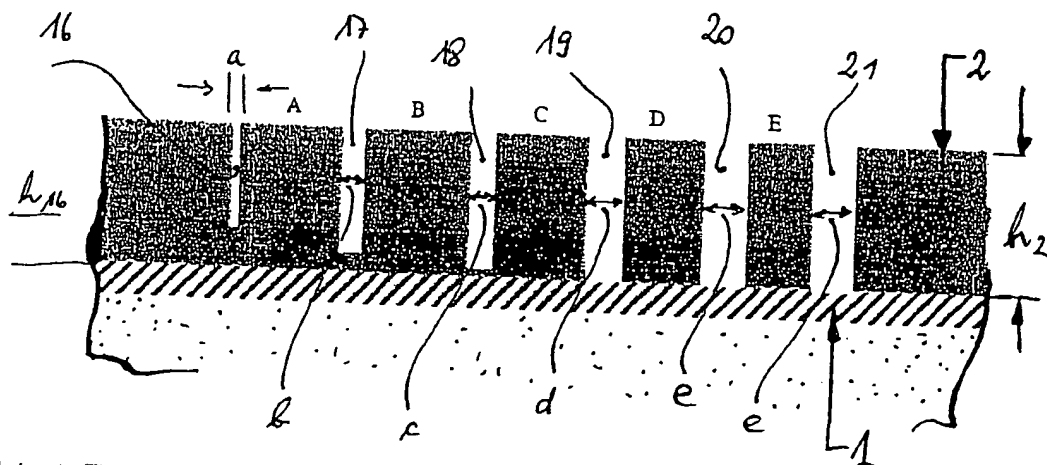
(30) Angaben zur Priorität:  
103 17 748.5 17. April 2003 (17.04.2003) DE

(74) Anwälte: LEONHARD OLGEMOELLER FRICKE  
usw.; Postfach 10 09 62, 80083 Muenchen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEST STRUCTURE FOR ELECTRICALLY VERIFYING THE DEPTHS OF TRENCH-ETCHINGS IN AN SOI  
WAFER, AND ASSOCIATED WORKING METHODS

(54) Bezeichnung: TESTSTRUKTUR ZUR ELEKTRISCHEN UEBERPRUEFUNG DER TIEFEN VON TRENCH-AETZUN-  
GEN IN EINEM SOI WAFER UND ZUGEHÖRIGE ARBEITSVERFAHREN



(57) Abstract: The aim of the invention is to discover a simple to implement and reliable recognition of the moment at which insulating trenches reach the buried insulating layer during an etching operation. The technological reliability during the etching of these trenches should be increased, the production of refuse should be prevented, and costs should be reduced. To these ends, the invention provides a test structure for verifying an insulating trench etching in an SOI wafer. After an etching of insulating trenches, this test structure has a row of connected islands, whereby each island is surrounded by a trench. This trench has a different width from island to island (A, B; B, C) while including a trench width that appears in the form of an insulating trench in an active circuit. A section of the surrounding trench (a, b) of each island (A, B) forms a common piece with the trench of adjacent islands. The respective section has, in the inner islands, the width of the adjacent trench having the next larger or next smaller measure of width in the row.

(57) Zusammenfassung: Eine einfach zu handhabende und sichere Erkennung des Zeitpunktes der Durchätzung von Isoliergräben auf die vergrabene Isolierschicht ist gesucht. Die technologische Sicherheit bei der Ätzung dieser Gräben soll erhöht, Ausschuß vermieden und Kosten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/095570 A3

2/1985

1

10/552984

JCO5 Rec'd PCT/PTO 13 OCT 2009

**Teststruktur zur elektrischen Ueberpruefung der Tiefen von  
Trench-Aetzungen in einem SOI-Wafer und zugehoerige  
Arbeitsverfahren**

---

5

Die Erfindung befasst sich mit einer Teststruktur (Anspruch 1) oder mit Verfahren zur Überprüfung von Trenngrabenätzungen (Trenchätzungen) in SOI Scheiben (Anspruch 2, 3 oder 10).

10

Zur Integration von Logikelementen auf Niederspannungs-Ebene und Hochspannungs-Leistungselementen in ein und demselben Siliziumschaltkreis ist es erforderlich, Chipbereiche mit deutlich unterschiedlichen Potentials voneinander zu isolieren. Eine Möglichkeit ist die dielektrische Isolation mittels geätzter und wiederaufgefüllter Gräben (Trench-Isolation). Dabei wird eine **vertikal** wirkende Isolation zwischen Bauelement und Substrat durch eine vergrabene (horizontale) isolierende Schicht (üblicherweise ein Siliziumdioxid, vom Wesen her aber auch andere isolierende Schichten) realisiert. Eine **lateral** wirkende Isolierung wird erreicht durch ein Ätzen eines Grabens (Trench) bis auf die vergrabene isolierende Schicht und ein anschließendes Wiederauffüllen des tiefen Grabens mit isolierenden Schichten oder mit einer isolierenden Schicht (Isoliergraben).

20

Es kann aber auch nur ein Teil des geätzten Grabens durch das isolierende Material aufgefüllt werden. Der übrige Teil wird dann durch eine leitende Füllschicht aufgefüllt, z.B. Polysilizium. Durch ein anschließendes Planarisieren, einen sogenannten Planarisierungsschritt, z.B. ein geeignetes Ätzverfahren oder ein chemisch-mechanisches Polieren (CMP) wird eine Einebnung der Oberfläche erreicht, vgl. dazu die Darstellung in Figur 3 (Stand der Technik).

25

Im Stand der Technik treten bezüglich der Tiefe der geätzten Gräben verschiedentlich Probleme auf. Um die elektrische Isolation in lateraler Richtung, d.h. von einer isolierenden Insel zu einer benachbarten isolierten Insel zu erreichen, muss ein Durchgreifen des Isoliergrabens bis auf das vergrabene Oxid sichergestellt werden. Ein übliches Verfahren im Stand der Technik stößt hierbei an seine physikalischen Grenzen. Eine Endpunkterkennung anhand der geätzten Zusammensetzung des Ätzplasmas (im Ätzplasma sind Sauerstoffionen vorhanden, wenn die vergrabene Oxidschicht erreicht ist) versagt, wenn der Anteil der zu ätzenden Flächen gering wird.

35

Optische Verfahren gestalten sich zunehmend schwierig, wenn das Aspektverhältnis, d.h. das Verhältnis von Breite zu Tiefe, zu klein wird, also bei schlanken tiefen Gräben.

Ein zu langes Ätzen wiederum bewirkt aufgrund einer Rückstreuung der Ätzionen einen  
5 Ätzangriff auf die unteren Seitenwände der geätzten Gräben und muss nach Möglichkeit vermieden werden.

Zusätzlich ist natürlich im Sinne eines möglichst hohen Anlagendurchsatzes bei der Fertigung von SOI-Scheiben mit integrierten Logikelementen und Leistungselementen  
10 die Ätzzeit nicht übertrieben lang zu gestalten.

**Es ist Aufgabe der Erfindung**, eine einfach zu handhabende und sichere Methode zur Erkennung des Zeitpunktes der Durchätzung der Isoliergräben auf die vergrabene Isolierschicht anzugeben. Dabei soll die technologische Sicherheit bei der Ätzung dieser  
15 Gräben erhöht werden, Ausschuss vermieden werden und Kosten eingespart werden. Alternativ soll es mit der Erfindung ermöglicht werden, die erreichte Tiefe von Gräben in einem Ätzprozess an einer Teststruktur einfach überprüfen zu können, ohne die genaue Tiefe ausmessen zu müssen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer Teststruktur gelöst. Eine Reihe von  
20 zusammenhängenden Inseln wird so aufgebaut, dass jede nach der Ätzung mit einem Graben umgeben ist. Der Graben hat unterschiedliche, in Stufen von Insel zu Insel anderer oder abweichender Breite, unter Einschluss einer in der aktiven Schaltung vorkommenden Breite. Ein Teil des umgebenden Grabens jeder Insel bildet mit dem  
25 Graben der benachbarten Insel ein gemeinsames Stück. Dieses Teil (oder dieser Abschnitt) hat eine ~~größere~~<sup>andere</sup> Breite, namentlich die des Grabens mit dem nächst-breiteren oder nächst-schmäleren Maß in der Reihe.

Der jeweils gemeinsame Abschnitt der Gräben der jeweils (abwärts) benachbarten Insel  
30 hat das Breitenmaß des nächst-schmäleren Grabens. Der jeweils gemeinsame Abschnitt der Gräben der jeweils (aufwärts) benachbarten Insel hat das Breitenmaß des nächst-breiteren Grabens. Auch eine Mischung unterschiedlicher Breiten längs der Grabenreihe ist über die Maske vorgebbar (durch Maske präparierbar).

35 Unter den meisten Randbedingungen ist die Ätzrate zu einem gewissen Maß **von der Breite** der zu ätzenden Gräben abhängig. Je breiter der Graben, um so besser findet ein Austausch der Ätzspezies statt und um so größer wird die Ätzrate. So werden bei geeigneter Prozessführung bzw. geeignetem Layout der Breiten die breiteren Gräben

bereits durchgeätzt sein (bis zur vergrabenen Isolierschicht), während die schmälere Gräben oder schmalen Gräben noch nicht vollständig bis auf die vergrabene Oxidschicht ausgeätzt sind.

- 5 Durch eine elektrische Messung jeweils zwischen zwei benachbarten Inseln über den gemeinsamen (zwischen ihnen liegenden) Isolationsgraben hinweg, kann eine ausreichend tiefe Ätzung überprüft und kontrolliert werden. Die Messung des "elektrischen Durchlasses" kann sich erstrecken auf die Leitfähigkeit, den Widerstand oder den sich ergebenden Strom bei fester Spannung oder die ergebende Spannung  
10 bei festem Strom. Alle sind eine technische Art von elektrischem Durchlass.

- Bei noch unzureichender Tiefe des Ätzprozesses, d.h. dann, wenn der betreffende Isoliergraben noch nicht bis auf die vergrabene Isolierschicht herunterreicht, kann ein um Größenordnungen höherer Stromfluss bzw. kleinerer Widerstand festgestellt  
15 werden, als bei einer schon ausreichenden Tiefe des geätzten Grabens, wenn die vergrabene Isolierschicht erreicht ist.

- Die Leitfähigkeit oder den Widerstand mißt man sukzessive zwischen den einzelnen Inseln, z.B. beginnend mit der Insel des schmalsten Grabens und/oder zwischen jeweils  
20 einer Insel und dem umliegenden Gebiet der Halbleiterscheibe. Damit kann festgestellt werden, welche der Isolationsgräben bereits durchgeätzt sind (bis auf die vergrabene Isolierschicht) und welche nicht.

- Anhand einer solchen Teststruktur kann sowohl eine ausreichend tiefe Ätzung überprüft  
25 werden (alle Gräben, die breiter sind als der Graben der aktiven Schaltung, der als Bezugsgraben benannt wird) und auch der Bezugsgraben selbst sind auf die Isolierschicht durchgeätzt. Die restlichen Gräben der Teststruktur, diejenigen mit geringeren Breiten als der Bezugsgraben, sind nicht durchgeätzt, erreichen also die vergrabene Isolierschicht noch nicht.

- 30 Auf diese Weise werden unnötig lange Ätzzeiten vermieden. Diese wären gegeben, wenn auch die schmaler als der Bezugsgraben ausgebildeten Gräben durchgeätzt sind.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert und ergänzt.

**Figur 1a** zeigt eine Teststruktur schematisch in Draufsicht.

5 **Figur 1b** ist eine Schnittdarstellung der Teststruktur von Figur 1a, wobei Isoliergräben nach einer bestimmten Ätzzeit schon eingebracht sind.

**Figur 2** veranschaulicht die elektrische Messung von Insel zu Insel über einen heraus vergrößerten, noch nicht durchgeätzten Testgraben mit einem  
10 Aspektverhältnis von  $z/y$  (Breite zu Tiefe).

**Figur 3** ist ein Graben in einer aktiven Schaltung auf dem SOI.

Die Figuren 1 zeigen in Aufsicht und Schnittansicht eine Reihe von  
15 zusammenhängenden, quadratischen Inselgebieten A bis E. Die Umrandungen der Inselgebiete kennzeichnen die nach der Ätzung unterschiedlich breiten Isoliergräben 16 bis 20. Die Grabenbreiten a bis e zwischen den einzelnen Inseln nehmen von Insel A bis Insel E zu. Damit nimmt auch die Ätzrate entsprechend der Breite der ausgebildeten Trenches zu. Die Ätzrate als  $\Delta y/\Delta t$  wird über die Öffnungsbreite z einer Maske  
20 vorgegeben.

Eine isolierende Schicht 1 ist beispielsweise als Siliziumdioxid ausgebildet und trägt die aktive Halbleiterschicht 2. Dieser Halbleiter kann beispielsweise Silizium sein. Ein Trägersubstrat unter der Isolierschicht 1 ist punktiert angedeutet. Die Isolierschicht ist  
25 dann eine BOX-Schicht (Buried Oxide). Auf Figur 3 wird symbolisch verwiesen.

Alle Inseln A bis E sind von Gräben umgeben. Jeder Graben hat eine unterschiedliche Breite und die Breite der Gräben a bis e, dargestellt allgemein durch z, wächst in der Figuren 1a,1b von links nach rechts,  $z = a$  bis e, wobei  $e > d$ ,  $d > c$ ,  $c > b$ , etc. (von rechts  
30 nach links).

Das die Gräben bzw. die Inseln umgebende übrige Scheibengebiet ist mit S bezeichnet.

Die Gräben 16 bis 21 sind in **Figur 1b** in der Schnittdarstellung in ihrer Breite mit a bis e beziffert, wobei e größer a.  
35

Ein Ausschnitt aus einem bereits verfüllten Isoliergraben in einem Trägersubstrat, als „Handlewafer“ zeigt die **Figur 3**. Dieser Aufbau ist als solches bekannt und soll hier nur

deshalb erläutert werden, um für den Bezugsgraben oder die Breite bzw. sich daraus bei der Ätzung ergebende Tiefe des Bezugsgrabens der aktiven Schaltung ein Beispiel bildlich darzustellen.

- 5 Der Handlewafer besitzt ein Trägersubstrat 3, eine vergrabene isolierende Schicht 1 als Box, die beispielsweise Siliziumdioxid sein kann, und eine aktive Siliziumschicht 2. Die aktive Schicht wird oft auch „Devicewafer“ oder Bauelementescheibe genannt. In diese Bauelementescheibe ist eine Grabenstruktur 8 als isolierender Graben (Trench) mit zwei lateral links und rechts vorgesehenen Isolierschichten 4 und einer ursprünglichen
- 10 Breite  $d$  für eine Isolierung vorgesehen. Isoliert werden das linke und das rechte Feld 6 und 7, die beide aktive Siliziumbereiche sind und auf unterschiedlichen Potentialen liegen können, so Hochspannung eines Leistungsbauteils und Steuerspannung für dieses Leistungsbauteil. Die vertikale Isolation übernimmt die Box, die horizontale Isolation übernehmen die beiden isolierenden Schichten 4. Sie sind verfüllt mit einer
- 15 unter Umständen leitenden Füllschicht 5 und reichen bis zur BOX Schicht.

Die Oberfläche des Bauelements ist durch ein Abtragsverfahren oder Polierverfahren eingeebnet, also planarisiert.

- 20 Ersichtlich ist die Tiefe der eine Breite  $d$  aufweisenden, noch nicht mit Isolierlagen 4 und Füllschicht 5 versehenen Grabenstruktur bis auf die BOX abgesenkt, so dass die horizontale Isolierung über dann eingebrachten Isolierlagen 4 mit der vertikalen Isolierung (der Box-Schicht 1) zusammenwirkt und gemeinsam eine horizontal-vertikale Isolation erreichen. Die Gebiete 6 und 7 werden vollständig elektrisch voneinander
- 25 isoliert. Die Isolation bemisst sich dabei an der Durchschlagsfestigkeit (Dicke und Aufbau) der Isolierschichten 4 und 1.

- Die Teststruktur nach Figur 1a in Draufsicht erlaubt die Überprüfung der Isoliergrabenätzungen von beispielsweise dem beschriebenen Trenchaufbau 8 nach
- 30 Figur 3. Sie ist an einer anderen Stelle der SOI-Scheibe angeordnet.


- Im noch nicht geätzten Zustand kann die Figur 1a die Maskenöffnungen definieren, welche anschließend zu Ätztiefen führen, welche nach einer vorgegebenen Ätzdauer so in dem „Devicewafer“ ausschauen, wie der Querschnitt nach Figur 1b zeigt. Dieses ist
- 35 die Präparation der bei der Isoliergrabenätzung entstehenden Teststruktur.

Hier sollen zwei Ätztiefen beschrieben werden, die anhand der Höhen  $h_{16}$  und  $h_2$  zu erkennen sind. Die Dicke der Devicescheibe  $h_2$  ist in den Gräben 19, 20 und 21 bis zur

Box-Schicht 1 reduziert. Diese Ätztiefe beträgt mithin  $h_2$ . Die Ätztiefe im schmälere Graben 16, der die Insel A umgibt, ist nur klein als  $h_2$ - $h_{16}$ . Es verbleibt ein Bodensteg  $h_{16}$  der Devicescheibe, ebenso wie bei den jeweils stufig breiteren Gräben 17 und 18 der Breite  $b$  bzw.  $c$ .

5

Die zusammenhängende Reihe von Inseln A bis E sind einander zugeordnet und jeweils durch einen Graben getrennt. Sie hängen damit zusammen in dem Sinne, dass sie funktionell zusammengehören, aber jede Insel natürlich von der anderen Insel durch zumindest einen Grabenabschnitt getrennt ist. Bei quadratischen Inseln umgibt jeweils  
10 ein quadratischer Graben eine Insel und ein Abschnitt dieses Grabens der einen Insel und ein anderer Abschnitt des nächsten Grabens der nächsten Insel sind gemeinsam.

 Nachdem jede Insel von einem Graben mit unterschiedlicher Breite umgeben ist, kann der gemeinsame Abschnitt des Grabens eine Breite haben, die entweder derjenigen  
15 Breite des breiteren Grabens oder derjenigen Breite des schmälere Grabens entspricht. Die Breite des jeweiligen Grabens in Figur 1a nimmt von links nach rechts zu. Der gemeinsame Abschnitt zwischen zwei jeweils benachbarten Inseln ist hier so bemessen, dass jeweils der breitere Graben die benachbarten Inseln trennt, so die Grabenbreite  $b$  die Inseln A und B trennt, obwohl die Insel A nur die Grabenbreite  $a$  im  
20 übrigen Bereich als Abtrennung von dem übrigen Scheibengebiet  $S$  besitzt. Dieses Scheibengebiet  $S$  umgibt die Insel A damit an drei Seiten, die Insel B nur an zwei Seiten. Beides ist ein zumindest teilweises Umgeben jeder Insel hinsichtlich des Scheibengebiets  $S$ .

25 Ersichtlich ist, dass die breiteste Grabenbreite " $e$ " bereits zwischen den Inseln D und E erzielt wird, so dass der rechte Grabenabschnitt mit der Bezugsziffer  $z$  (allgemein für die Breite des Grabens) nicht mehr breiter ist als der linke Grabenabschnitt  $e$  zwischen den Inseln D und E.

30 Die Breite nimmt in Stufen von links nach rechts von Insel zu Insel zu. Ein Abschnitt des jede Insel umgebenden Grabens hat das beschriebene gemeinsame Stück mit dem Graben, der die Nachbarinsel umgibt. Dieses jeweilige Stück hat eine Breite, die der Breite des Grabens der (rechten) Nachbarinsel entspricht, betrachtet von links nach rechts in der Figur 1a. Eine Betrachtung und Ausführung von rechts nach links ist  
35 ebenso möglich. Dann hat der Graben zwischen den Inseln D und E die kleinere Breite, namentlich diejenige Breite " $d$ ", welcher Graben besitzt, der die Insel D umgibt. Dann ist der Grabenabschnitt zwischen den Inseln A und B von einer Breite  $a$ , nicht von einer Breite  $b$ .

Für die inneren Inseln B bis D, die nicht am Ende der Reihe liegen (Inseln A und E), ist die Grabenbreite im gemeinsamen Grabenabschnitt damit von der einen oder der benachbarten Grabenbreite bestimmt.

5

Eine der Breiten a bis e entspricht zumindest im Wesentlichen einer Grabenbreite der aktiven Schaltung, hier im Beispiel der Grabenbreite d der (noch ungefüllten nicht lateral isolierten) Grabenstruktur 8 von Figur 3. Als Bezugsgraben ergibt sich damit Graben 19, der ebenfalls die Breite d besitzt. Ist er im Ätzprozess auf die Oxidschicht 1  
10 heruntergeätzt, entspricht das auch einer ordnungsgemäßen Äztiefe in der aktiven Schaltung zwischen den zu isolierenden Inseln 6, 7 im aktiven „Devicewafer“.

15

In einem Verfahren zur Überprüfung der Trenngrabenätzung wird die Teststruktur nach Figur 1a, nach dem Ätzprozess gemäß Figur 1b verwendet. Sie ist auf der Prozessscheibe aufgebracht und der elektrische Widerstand kann entsprechend der Figur 2 jeweils zwischen zwei benachbarten Inseln gemessen werden, um mit der Größe der Beträge (den Messwerten) eine Beurteilung der aus- oder hinreichenden Tiefe der geätzten Isoliergraben zu erhalten, die sich auf den aktiven „Devicewafer“ beziehen.

20

Figur 2 veranschaulicht dazu zwei Elektroden, die symbolisch auf zwei Inselgebieten aufgelegt sind. Diese beiden Inseln sind benachbart und durch einen Graben getrennt. Es kann jeder Graben der Figur 1a und jedes Inselpaar sein, die benachbart sind. Über die Elektroden wird der Widerstand gemessen, der sich zwischen diesen beiden Inseln ergibt. Der elektrische Durchlass als entweder Strom, Widerstand oder Leitwert, oder das Durchlassverhalten bei eingepprägtem konstanten Strom und gemessener Spannung zwischen den Elektroden ergibt Messwerte. Diese Messwerte orientieren sich an der Restdicke des „Devicewafers“ unter dem bereits geätzten Graben der Tiefe  $y$ .  $y$  ist eine Funktion von der Zeit,  $y(t)$ , die Geschwindigkeit, mit der die Tiefe des Grabens geätzt wird, ist eine Funktion von der Breite  $z$ . Die Tiefe des Grabens  $y$  ist damit eine Funktion von  $x$ , als  $y = y(z)$ . Die sich ergebenden Messwerte des Durchlasses, beispielsweise des Widerstands, zeigen auf, welcher Graben schon bis auf die Oxidschicht heruntergesetzt ist. Der Graben 19 würde einen sehr hohen Widerstand ergeben, bei einer Messung zwischen den Inseln C und D, während die  
30 Messung zwischen den Inseln A und B, also über den Reststeg unter dem Graben 17 einen deutlich geringeren Widerstandswert bei der elektrischen Messung ergeben würde.

35



Die elektrische Messung erfolgt sukzessive, also für alle benachbarten Inselpaare, nicht zwingend nacheinander, nur nicht gleichzeitig für alle benachbarten Inseln.

5 Statt der Messung zwischen zwei benachbarten Inseln, kann auch die Messung von jeweils einer Insel zur Substratoberfläche vorgenommen werden, welche diese Inseln zumindest an zwei oder drei Seiten umgibt.

10 Die Messung kann nach einer erfolgten Ätzung erfolgen, um Rückschlüsse über die eingesetzte Zeitspanne der Ätzung und das erzielte Ergebnis zu erhalten, durch elektrisches Ausmessen der Teststruktur. Die Ätzung kann aber auch abschnittsweise unterbrochen werden, um eine Messung zu ermöglichen und den Fortschritt der Ätzung zu kontrollieren. Beides führt darauf, dass die Überprüfung der Isoliergrabenätzung erfolgt und sichergestellt ist, dass die Durchätzung erreicht ist, aber keine zu lange Zeitspanne dafür eingesetzt wurde. Eine nachträgliche Messung von Grabentiefen im  
15 aktiven Gebiet ist über die Teststruktur ebenfalls erreicht.

10 In einer alternativen Teststruktur, die nicht gesondert dargestellt ist, sind alle zusammenhängenden Inselgebiete A bis E von einer Grabenbreite außen, zum Scheibengebiet S begrenzt, die zumindest der Breite  $e$  des breitesten Grabens entspricht. Damit wird schon frühzeitig jede Insel von dem übrigen Scheibengebiet S elektrisch abgetrennt, so dass nur noch die gemeinsamen Abschnitte zwischen den jeweiligen Inseln, also die Breiten  $a$  bis  $e$  für die Kontrollmessung zur Verfügung stehen. Im Zuge der Ätzung oder des Prozessabschnitts des Ätzens erfolgt damit frühzeitig eine rahmenartige Abgrenzung der einzelnen Inseln gegenüber dem Scheibengebiet durch  
25 schnelles Herunterätzen des breitesten Grabens, und anschließend gestaffelt nacheinander erfolgendes Herunterätzen der übrigen, gestuft schmaler werdenden Grabenabschnitte zwischen den einzelnen Inseln.

30 Das gezeigte Koordinieren (Zuordnen) der Grabenbreite des Grabens 19, der im Wesentlichen gleich der Breite der Grabenstruktur 8 (ohne Isolierschicht 5 und Füllschicht 4) der Figur 3 entspricht, liegt im Wesentlichen in der Mittellage aller Grabenbreiten der Figur 1a.

35 Die Tests auf zutreffende Grabentiefe erfolgen zerstörungsfrei, nur durch elektrische Messung und es sind nach Ausbildung der Grabenstruktur keine weiteren mechanischen Arbeitsschritte notwendig, die in die Scheibe und den Fertigungsprozess der Scheibe eingreifen.

Hinsichtlich der elektrischen Messung kommt es auch nicht auf eine hohe Genauigkeit der Widerstandsmessung an, nachdem nicht die Tiefe des Grabens und der Reststeg in ihrer Dimension zu messen sind, sondern lediglich eine Interpretation erfordert, die einem Schwellenwert entsprechen könnte. Es soll ein sehr hoher und charakteristischer  
s Widerstand, der für eine durch einen bis zur Oxidschicht durchgeätzten Isoliergraben steht, unterschieden werden von einem niedrigen Widerstand, der bei noch bestehenden Reststegen sich ergibt. Das festzustellen geht einfach und schnell.

## **Ansprüche:**

1. **Teststruktur** zur Überprüfung einer Isoliergrabenätzung in einer SOI-Scheibe, wobei die Teststruktur **nach** einer Ätzung von Isoliergräben  
5 eine Reihe von zusammenhängenden Inseln aufweist, von der jede Insel mit einem Graben umgeben ist, welcher Graben von Insel zu Insel (A, B; B, C) von (stufig) zunehmender Breite ist, unter Einschluss einer – in einer aktiven Schaltung als Isoliergraben vorkommenden – Grabenbreite;
  - wobei ein Abschnitt (Teil) des umgebenden Grabens (a, b) jeder  
10 Insel (A, B) ein gemeinsames Stück mit dem Graben der benachbarten Insel bildet;
  - wobei der jeweilige Abschnitt - mit Ausnahme derjenigen Insel mit dem breitesten (e) oder schmälsten (a) Isoliergraben - die Breite des benachbarten Grabens mit dem nächst-größeren bzw. nächst-  
15 kleineren Breitenmaß in der Reihe hat.
  
2. **Verfahren** zur Überprüfung von Trenngrabenätzungen oder Isoliergrabenätzungen in SOI-Scheiben,
  - wobei eine Teststruktur aus einer Reihe von aufeinander folgenden  
20 Inseln auf die Scheibe während eines Ätzvorgangs eingebracht oder für eine Ätzung präpariert wird und nach der *oder* im Zuge der Grabenätzung ein elektrischen Durchlass mehrfach gemessen wird;
  - wobei mehrere Messungen des elektrischen Durchlasses erfolgen;
  - wobei eine der Messungen zwischen zwei benachbarten Inseln (A,B)  
25 erfolgt, eine weitere zwischen anderen benachbarten Inseln (B,C) erfolgt;
  - und wobei die Messwerte der mehreren Messungen zur Beurteilung der aus- oder hinreichenden Tiefe von geätzten Isoliergräben oder Trenngräben verwendet werden, die insbesondere außerhalb der  
30 Teststruktur auf der Scheibe im Bereich einer aktiven Schaltung gelegen sind.

3. **Verfahren zur Überprüfung von Grabenätzungen (Trenngraben, Isoliergraben) in einer SOI-Scheibe, wobei**

- eine Teststruktur (A, B, C, D, E) auf der Scheibe vorbereitet und in sie beim Grabenätzen eingebracht wird und nach der oder im Zuge der Grabenätzung ein elektrischer Durchlass insbesondere sukzessive jeweils zwischen einer Insel (A,B) und dem – die Insel zumindest teilweise umgebenden – Scheibengebiet (S) gemessen wird, und
- die Größe oder Beträge der Messergebnisse zur Beurteilung oder Erkennung der aus- oder hinreichenden Tiefe von geätzten Gräben verwendet wird, die insbesondere außerhalb der Teststruktur gelegen sind, aber gleichzeitig mit der Grabenätzung gebildet wurden.

4. **Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Teststruktur diejenige des Anspruchs 1 ist.**

5. **Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der elektrische Durchlass ein Widerstand oder ein Leitwert ist.**

6. **Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Durchlass ein Strom bei konstanter Spannung oder bei konstantem Strom eine Spannungsmessung ist.**

7. **Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Messungen im Zuge der Ätzung erfolgen, und der Ätzprozess dazu unterbrochen wird, um die insbesondere sukzessive Messung an den Inseln durchzuführen.**

8. **Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Ätzung (der Ätzprozess) fortgesetzt wird, wenn der Graben mit der der aktuellen Schaltung entsprechenden Breite (d) noch nicht zur Isolierschicht (1) durchgeätzt ist.**

9. **Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Ätzung abgebrochen wird, wenn der Graben mit der der aktuellen Schaltung entsprechenden Breite (d) zur Isolierschicht (1) durchgeätzt ist.**

**10. Verfahren** zur Überprüfung von Isoliergrabenätzungen in SOI-Scheiben, bei denen bestimmte Bauelemente oder ganze Schaltungseinheiten inselartig durch umschließende Isolationsgräben (8) von der Umgebung lateral dielektrisch isoliert werden;

mittels einer auf der einzelnen Scheibe vorbereiteten Teststruktur nach deren Präparationsabschluss im Rahmen des Prozessschrittes "Isoliergrabenätzung" eine Überprüfung der elektrischen Widerstände oder des Widerstandes

zwischen bestimmten Gebieten (A,B;B,C) der Teststruktur und/oder

zwischen bestimmten Gebieten der Teststruktur und des umgebenden Kristallgebiets (S)

vorgenommen wird, wobei

- die Teststruktur auf der Scheibe präpariert wird, welche nach der Grabenätzung im Prozessschritt "Isoliergrabenätzung" zu einer Reihe von zusammengehörigen Inseln führt, von denen jede mit einem Graben umgeben ist, der zwischen jeweils zwei Inseln andere Breiten besitzt,
- wobei die in der aktiven Schaltung vorkommende Isoliergrabenbreite im Wesentlichen in einer Mittellage der Reihe von Inseln angeordnet ist und eine Teillänge des umgebenden Grabens jeder Insel, mit Ausnahme der äußersten Inseln ein gemeinsames Stück mit dem Graben einer jeweils benachbarten Insel bildet, so dass diese Teillänge insbesondere die Breite des benachbarten Grabens mit dem nächst-größeren oder nächst-schmäleren Breitenmaß in der Reihe hat;
- nach Abschluss des Ätzvorgangs "Isoliergrabenätzung" eine korrekte Ausführung durch eine mehrmalige Überprüfung des elektrischen Durchlasses zwischen jeweils zwei benachbarten Inseln oder je einer Insel und der Umgebung (S) der Insel außerhalb der Teststruktur vorgenommen wird;
- die Größe des erfassten Messwertes bzw. die erfassten Messwerte aus der Messung ein Maß oder ein Test für die angestrebte insbesondere vorgegebene Tiefe von geätzten Isoliergräben oder Trenngräben (8) verwendbar ist.

**11.** Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Breite jedes Grabens um eine jeweilige Insel, im Zuge der mehreren Inseln eine zunehmende Breite erhält, die in Stufen von Insel zu Insel zunimmt.

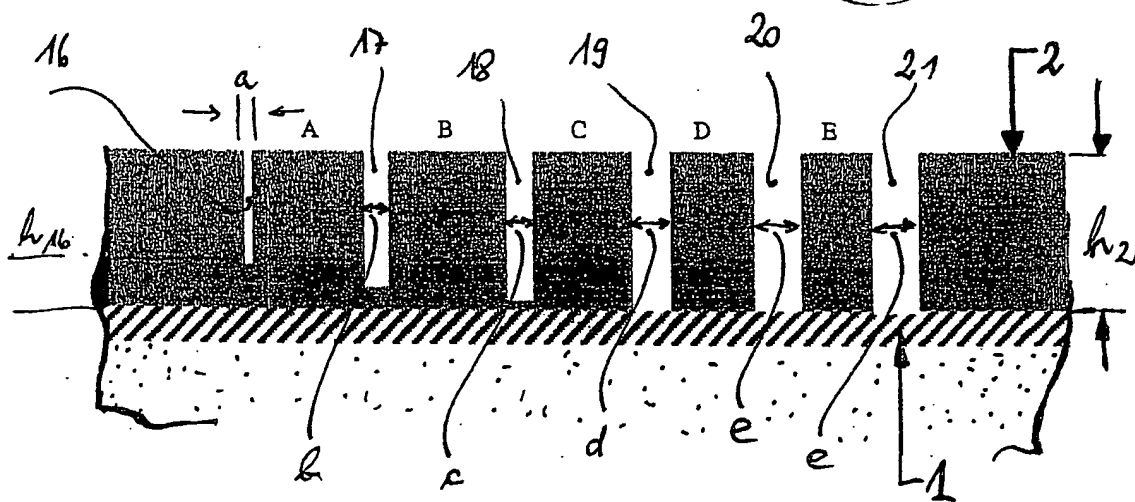
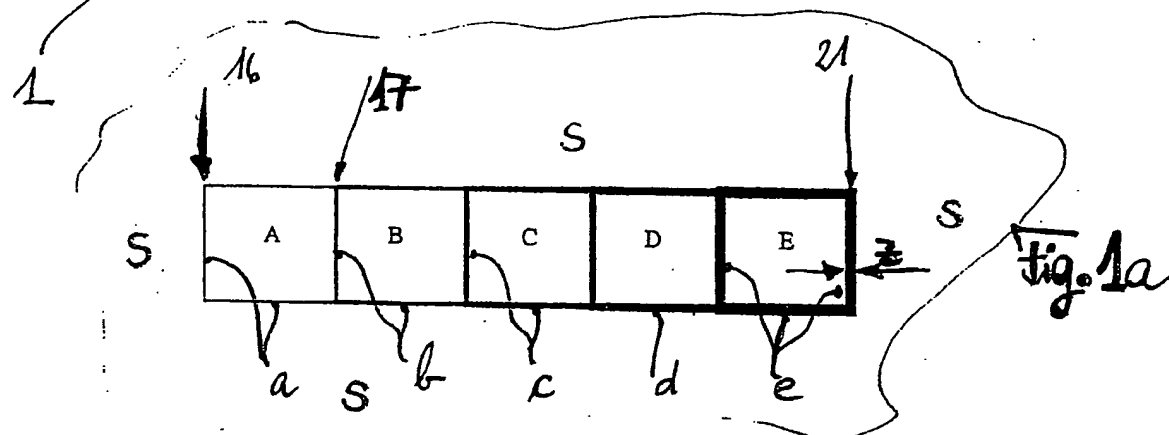
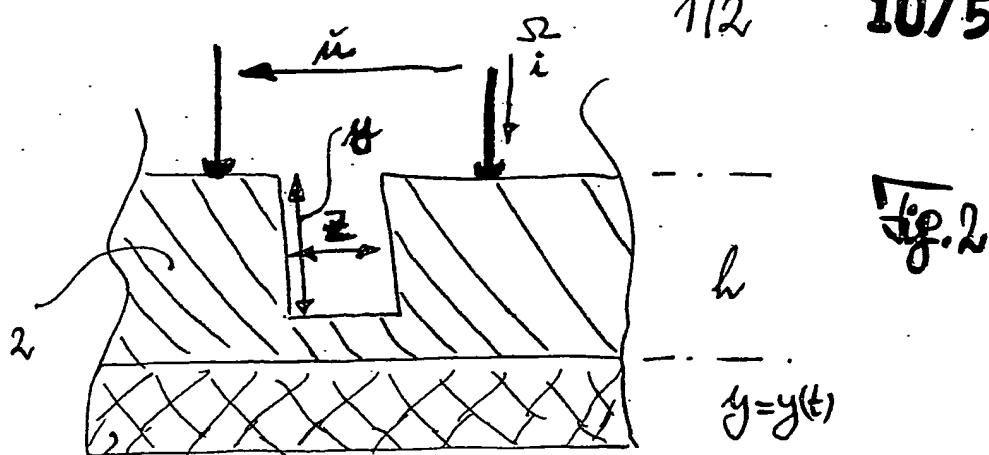
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die in der aktiven Schaltung vorkommende Breite eines Isoliergrabens (8) als "relevante Isoliergrabenbreite" vorgegeben ist.
13. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 10, wobei bei einer sukzessiven Messung von Durchlässen mit einer Insel begonnen wird, deren umgebende Grabenbreite (d) dem oder den relevanten Isoliergräben (8) der Schaltung zumindest im Wesentlichen entspricht.
14. Verfahren nach Anspruch 2 oder 12, wobei die Überprüfung nach bereits zwei Messungen beendet ist, wenn sich zwischen dem relevanten Inselpaar der Teststruktur ein für die totale Isolation (Durchätzung zur Isolierschicht) sprunghaft geänderter Durchlasswert zeigt, sich bei der Prüfung des Nachbarinsel-paars mit den geringeren Grabenbreiten dieser sprunghaft geänderten Messwert noch nicht ergibt.
15. Verfahren oder Testvorrichtung nach einem voriger Ansprüche, wobei zumindest drei bevorzugt fünf oder mehr aneinander gereihete Inselgebiete (A bis E) vorgesehen sind.
16. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3 oder 10, wobei nicht mehr Messungen zwischen den n Inseln erfolgen, als n-1, wobei n die Anzahl der Inseln in der Inselreihe ist.
17. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3 oder 10, wobei die maximale Anzahl der Messungen von Insel zu Umgebung (S) der Zahl der Inseln in der Inselreihe ist.
18. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei nach der Ätzung eine Bewertung der Messergebnisse erfolgt, insbesondere weitere Ätzschritte von folgenden Scheiben in ihrer zugelassenen Ätzzeit an das Ergebnis der vorhergehenden Messungen entsprechend angepasst werden.
19. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Präparation durch einen Maskenvorgabe erfolgt.

**Teststruktur zur elektrischen Ueberpruefung der Tiefen von  
Trench-Aetzungen in einem SOI-Wafer und zugehoerige  
Arbeitsverfahren**

---

Eine einfach zu handhabende und sichere Erkennung des Zeitpunktes der Durchätzung  
von Isoliergräben auf die vergrabene Isolierschicht ist gesucht. Die technologische  
Sicherheit bei der Ätzung dieser Gräben soll erhöht, Ausschuß vermieden und Kosten  
eingespart werden können. Vorgeschlagen wird eine Teststruktur zur Überprüfung einer  
Isoliergrabenätzung in einer SOI-Scheibe, wobei die Teststruktur **nach** einer Ätzung  
von Isoliergräben eine Reihe von zusammenhängenden Inseln aufweist, von der jede  
Insel mit einem Graben umgeben ist, welcher Graben von Insel zu Insel (A, B; B, C) von  
anderer Breite ist, unter Einschluss einer – in einer aktiven Schaltung als Isoliergraben  
vorkommenden – Grabenbreite. Ein Abschnitt des umgebenden Grabens (a, b) jeder  
Insel (A, B) bildet ein gemeinsames Stück mit dem Graben der benachbarten Insel. Der  
jeweilige Abschnitt hat bei den inneren Inseln die Breite des benachbarten Grabens mit  
dem nächst-größeren bzw. nächst-kleineren Breitenmaß in der Reihe.

\* \* \*





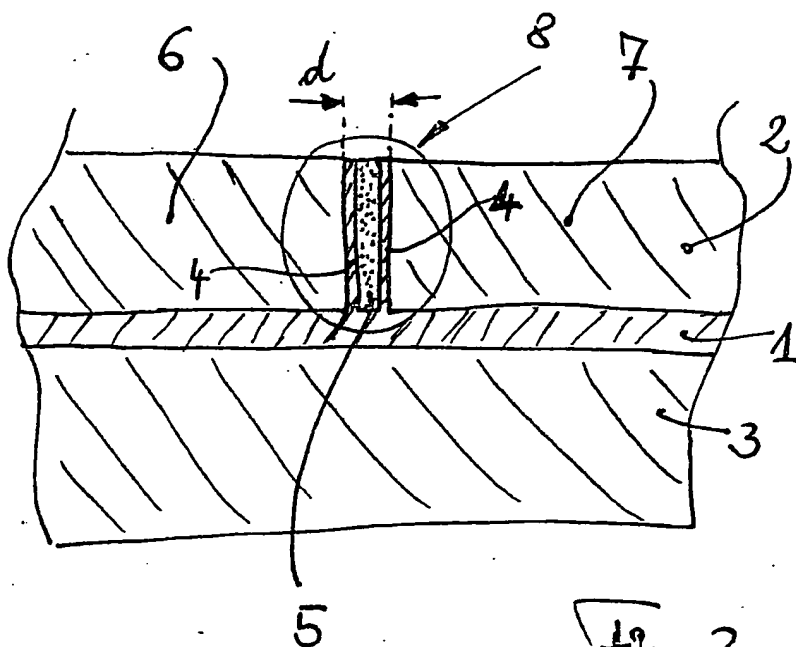


fig. 3

# PATENT COOPERATION TREATY

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>11475p</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <b>WEITERES VORGEHEN</b> </div> <div style="width: 60%;">           siehe Formblatt PCT/ISA/220 sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5         </div> </div>	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE2004/000815</b>	Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>19/04/2004</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>17/04/2003</b>
Anmelder  <b>X-FAB SEMICONDUCTOR FOUNDRIES AG</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. ☐ Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** siehe Feld Nr. 1.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld II).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld III).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld Nr. IV angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

### 6. Hinsichtlich der Zeichnungen

a. ist folgende Abbildung der **Zeichnungen** mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1b

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

b. ☐ wird keine der Abbildungen mit der Zusammenfassung veröffentlicht.

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000815

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 H01L23/544 H01L21/762

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 306 755 B1 (ZHENG TAMMY) 23. Oktober 2001 (2001-10-23) Zusammenfassung; Anspruch 1 -----	1-19
Y	US 2002/088769 A1 (ANTAKI ROBERT ET AL) 11. Juli 2002 (2002-07-11) Seite 1, Absätze 5,10; Abbildungen 1a-2b -----	1-19
Y	US 6 403 389 B1 (DUBEY ABHAY ET AL) 11. Juni 2002 (2002-06-11) Abbildung 17b -----	1-19

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cortes Rosa, Joao

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000815

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6306755	B1	23-10-2001	KEINE
US 2002088769	A1	11-07-2002	GB 2369187 A 22-05-2002 WO 0241388 A2 23-05-2002 EP 1340251 A2 03-09-2003
US 6403389	B1	11-06-2002	US 6057171 A 02-05-2000 TW 442887 B 23-06-2001 WO 9916107 A2 01-04-1999 US 6291254 B1 18-09-2001 US 6312963 B1 06-11-2001